



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10300420 A**(43) Date of publication of application: **13.11.98**

(51) Int. Cl. **G01B 11/00**
G01B 11/16

(21) Application number: **09112033**(22) Date of filing: **30.04.97**(71) Applicant: **KAGAKU GIJUTSU SHINKO
JIGYODAN**

(72) Inventor: **SO RIE**
MATSUMOTO KOICHI
KAWACHI KEIJI

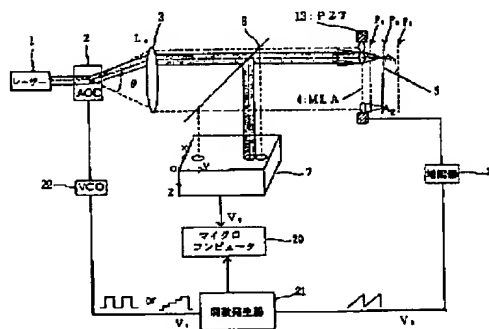
(54) **MULTIPOINT SIMULTANEOUS DISPLACEMENT
 MEASURING METHOD USING MICROLENS
 ARRAY**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a multipoint simultaneous displacement measuring method using a microlens array, whereby the relative positions of a multiple of points on a sample and its dynamic deformations can be measured in almost real time at the very high scanning speed of an acoustooptical deflector.

SOLUTION: A laser beam passed through an acoustooptical detector 2 is converted into a parallel beam by a lens L_c 3 after being deflected by θ . Further, after the beam has transmitted through a microlens array 4, it converges on the surface of a subject 5 for measurement. Then, by controlling the input voltage V_i to the acoustooptical deflector 2, the beam can be scanned over the surface of the subject 5 for measurement. The reflected beam is guided to a focus sensor (photodetector) 7 by a beam splitter 6.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-300420

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 1 B 11/00

11/16

識別記号

F I

G 0 1 B 11/00

11/16

F

Z

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平9-112033

(22) 出願日

平成9年(1997)4月30日

(71) 出願人 396020800

科学技術振興事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 曾 理江

茨城県つくば市松代2-25-12 αコート

松代103

(72) 発明者 松本 弘一

茨城県つくば市松代5-633-1

(72) 発明者 河内 啓二

東京都多摩市和田1261、21-201

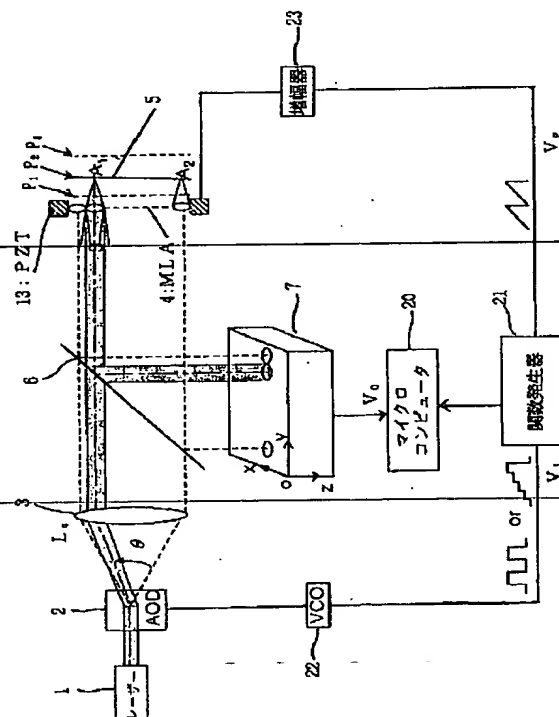
(74) 代理人 弁理士 清水 守

(54) 【発明の名称】 マイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法

(57) 【要約】

【課題】 音響光学偏向器のもつ非常に速い走査速度によって、試料の多点の相対位置や動的変形が、ほぼリアルタイムで測定できるマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法を提供する。

【解決手段】 音響光学検出器2を通過したレーザー光は、 θ だけ偏向された後、レンズL₃により平行光となる。さらに、マイクロレンズアレー4を透過後、測定対象物5表面上に収束する。ここで、音響光学偏向器2への入力電圧V_iを制御することにより、測定対象物5表面上を走査させることができるようになっている。反射光はビームスプリッター6によりフォーカスセンサー(光検出器)7へと導かれる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 測定対象物に対向してマイクロレンズアレーを配置し、音響光学偏向器をスキャナーとして用いて、コリメートされたレーザービームにより前記マイクロレンズアレーを走査することを特徴とするマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法。

【請求項2】 請求項1記載のマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、前記マイクロレンズアレーを圧電素子によって駆動することにより、変位量の拡大を可能にしたことを特徴とするマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法。

【請求項3】 請求項1記載のマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、前記音響光学偏向器への制御電圧により変移させることを特徴とするマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法。

【請求項4】 請求項1記載のマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、前記マイクロレンズアレーを駆動する制御電圧と、前記音響光学偏向器への制御電圧とを同期させて印加することにより、前記音響光学偏向器の速い走査速度によって、測定対象物の多点の相対位置や変形を、リアルタイムで測定することを特徴とするマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、研究、開発、製造において、変位または変形を非接触で測定しモニタする必要がある場合が数多く存在している。例えば、磁気記憶装置、光学的組み立て、張力測定のような様々な分野においてその例を見出すことができる。

【0003】商業的に最も利用されている光センサーでは、変位をオートフォーカスの原理を用いて測定している。コリメートされた光ビームは表面上に収束し、顕微鏡の対物レンズで測定される。後方散乱光は同じ対物レンズで集められ、光検出器により検出される。その光検出器からの信号は、自動フォーカス制御システムに入力され、焦点が常に測定対象物（試料）表面にあるように対物レンズの位置を補正する。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記した従来の方法によれば、焦点の感度は非常に高いが、システムが表面の輪郭を辿って点ごとに測定するという欠点がある。結局、表面上の3次元的情報を得るためには、試料をxとyの平行ステージにより移動させる必要があり、結果的に時間がかかる測定となってしまう。このことにより、動的変形測定は不可能となる。

【0005】本発明は、上記問題点を除去し、リアルタイムで多点位置を測定し、または変形を測定するために、顕微鏡の対物レンズの代わりにマイクロレンズアレー（MLA）を用い、音響光学偏向器（AOD）をスキャナーとして用いて、コリメートされたレーザービームにMLAを走査させることにより、AODの持つ非常に速い走査速度によって、試料の多点の相対位置や変形が、ほぼリアルタイムで測定できるマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕マイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、測定対象物に対向してマイクロレンズアレーを配置し、音響光学偏向器をスキャナーとして用い、コリメートされたレーザービームによりマイクロレンズアレーを走査するようにしたものである。

【0007】〔2〕上記〔1〕記載のマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、前記マイクロレンズアレーを圧電素子によって駆動することにより、変位量の拡大を行うようにしたものである。

〔3〕上記〔1〕記載のマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、前記音響光学偏向器への制御電圧により変移させるようにしたものである。

【0008】〔4〕上記〔1〕記載のマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法において、前記マイクロレンズアレーを駆動する制御電圧と、前記音響光学偏向器への制御電圧とを同期させて印加することにより、前記音響光学偏向器の速い走査速度によって、測定対象物の多点の相対位置や変形を、リアルタイムで測定するようにしたものである。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら詳細に説明する。図1は本発明の実施例を示すマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定システム構成図、図2はマイクロレンズアレーの焦点位置を測定するためのシステムのフォーカスセンサーの動作説明図、図3はそのフォーカスセンサーにおけるフォーカス状態を示す図である。

【0010】これらの図に示すように、このシステムは、He-Neレーザー光源（25mW）1、AOD（音響光学偏向器）2、2分割光検出器11、12、圧電素子PZT13、MLA（マイクロレンズアレー）4から構成される。AOD2を通過したレーザー光は、 θ だけ偏向された後、レンズL3により平行光となる。さらに、MLA4を透過後、測定対象物5表面上に収束する。ここで、AOD2への入力電圧 V_i を制御することにより、測定対象物5表面上を走査させることができるようになっている。反射光はビームスプリッター6に

よりフォーカスセンサー（光検出器）7へと導かれる。このフォーカスセンサー7は、図2に示すように、鏡8と二組のレンズ L_1 9、 L_2 10、2分割光検出器 S_1 （A、B）11、 S_2 （C、D）12の組み合わせからなる。

【0011】なお、光検出器7からの出力電圧 V_o は、マイクロコンピュータ20に入力されるとともに、関数発生器21からの出力信号もマイクロコンピュータ20に入力される。また、関数発生器21からの制御電圧 V_i は、VCO（電圧制御発振器）22に入力され、AOD2が制御される。また、関数発生器21からの制御電圧 V_o は増幅器23で増幅されて、圧電素子PZT13が駆動される。更に、フォーカスセンサー7からの出力信号は、マイクロコンピュータ20に入力される。

【0012】そして、AOD2と圧電素子PZT13とは関数発生器21により同期をとって制御されることになる。図2において、フォーカスセンサー7へと導かれた反射光は、鏡8により一部偏向され、レンズ L_1 9により2分割光検出器 S_1 11上に集光させる。鏡8による反射を免れた残りの光は直進し、レンズ L_2 10により2分割光検出器 S_2 12上に集光させる。

【0013】測定対象物5が、図1に示すように、 P_1 の位置にあったとし、マイクロレンズの焦点を A_1 とする。焦点が P_1 にある時、図3に示すように、光線1は2分割光検出器 S_1 11、2分割光検出器 S_2 12上において、図3の『オン・フォーカス』のように、2分割光検出器 S_1 、 S_2 の中心位置にあり、その出力差（光量差）は0とする。いま、測定対象物5が移動し、図1に示す P_2 又は P_3 の位置に来たものとする。すると、反射光はそれぞれ、図3に示すように、光線2、あるいは光線3のように拡散または発散する。

【0014】結果として、2分割光検出器上の光量は、図3の『インサイド・オブ・フォーカス』又は『アウト・オブ・フォーカス』のようになり、その光量差を用いて、次式により焦点のずれを検知することができる。

$$V_o = \{ (I_A - I_B) + (I_C - I_D) \} / \{ I_A + I_B + I_C + I_D \}$$

ここで、 I_A 、 I_B 、 I_C 、 I_D は、それぞれ光検出器A、B、C、Dに入射する光量である。

【0015】2点での測定を考えてみる。測定点は、図1中 A_1 、 A_2 点の測定を考える。AOD2の制御電圧 V_i 、MLA4の移動を行うPZT13の制御電圧 V_o 、光検出器の出力電圧 V_o の関係の一例を図4に示す。AOD2の制御電圧 V_i の駆動周波数をPZT13の制御電圧 V_o の駆動周波数よりも高くすることにより、線形補間により、光検出器7の出力電圧 V_o の変化を得ることができる。

【0016】すなわち、 V_o の包絡線はそれぞれ A_1 、 A_2 点に対応する。焦点が測定対象物上にある時、 $V_o = 0$ になる（その時の V_o を V_∞ とする）。 A_1 （ある

いは A_2)の移動がない時、 V_∞ の時間的変化はない。 V_∞ の変化からマイクロレンズアレーの制御を行っている圧電素子の移動量が計算でき、従って、 A_1 の移動量（変位量）が測定できることになる。

【0017】ここで、部品についてその実施例を説明すると、AODとしては、EFLD 250（松下電気産業株式会社製）は、2.7°の最大回折角度、75MHzの音響中心周波数、3.5×3.5mm²の開口径をもつ。回折効率は90%以上である。ほぼ30mmまでの走査領域を得るために、AODを、焦点距離700mm、半径100mmであるレンズLの焦点に配置した。

【0018】MLAについて説明すると、例えば、SLA-20（日本板硝子株製）は、イオン交換の技術で作製した。図5はMLAを示す図である。各マイクロレンズは、0.6mm径、軸上の屈折率は、波長 $\lambda = 0.633\mu\text{m}$ に対して1.6073であり、屈折率勾配係数 $A^{1/2}$ は0.8637mm⁻¹、更に各マイクロレンズのロッドの長さ D_1 は4.3mmである。

【0019】以下、測定例について述べる。本発明を適用した測定例を図6、7、8に示す。図6は測定対象物の表面の状態（反射、乱反射）による測定結果を示す図であり、図6（a）は反射する表面の場合、図6（b）は乱反射する表面の場合を示しており、横軸はリニアゲージにより測定された変位量（ μm ）、縦軸は本発明の方法により測定された変位量（ μm ）を示している。

【0020】これらの図から明らかなように、図6（a）と図6（b）の両者とも相関係数は0.999以上である。リニアゲージに対するばらつきの標準偏差は、図6（a）で、0.23 μm 、図6（b）で0.81 μm である。図7は本発明の方法の再現性を示す図であり、図7（a）はPZT1へ取り付けられるサンプル（ゲージブロック）を示す図、図7（b）は各点の変位を示す図である。図7（a）において、PZT31へゲージブロック32が取り付けられている。

【0021】ここでは、測定対象物を、周波数10Hz、振幅1 μm で矩形波状に加振させ、その測定を行った。測定対象物上約10mm離れた2点（ A_1 、 A_2 ）

で測定した。MLA4の移動を行う圧電素子13の制御電圧 V_i は20Hz、AOD2の制御電圧 V_i は500Hzである。1秒間測定（ A_1 、 A_2 それぞれにつき時間方向20点の測定）を行っても、十分再現性が保たれている。

【0022】なお、 A_1 については、1秒間で、最下点（0 μm の位置）の標準偏差は0.1 μm 、最上点（1 μm の位置）のそれは0.09 μm である。 A_2 に関しては、最上点、最下点ともに0.1 μm である。図8は本発明の方法による多点同時測定方法の説明図であり、図8（a）はPZT及び固定支持体に取り付けられるサンプル（ゲージブロック）を示す図、図8（b）は10点の傾き角を示す図である。

【0023】図8(a)において、41は固定支持体、42はPZT、43はゲージブロックであり、例えば、固定支持体41とPZT42の中心間長さ L_1 は、25mm、ゲージブロック43の長さ L_2 は、30mmである。図8(a)に示すように、30mm長さのゲージブロック43の片方の端点を固定し、他の端点を $10\mu\text{m}$ の移動幅で移動させた。測定は10点で行っており、AOD入力電圧の周波数は500Hz(1周期内10ステップ)、マイクロレンズアレーの移動電圧は20Hzである。従って、1点につき25点平均の測定となる。

【0024】図8(b)に示すように、PZT42の最下点と最上点における測定結果を示す。傾き角は、理論値の 0.023° に対し、 0.022° が得られた。本発明にかかるマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定方法は、レーザーディスクの製作誤差管理(検査)などに利用できる。レーザーディスクは高速で回転して使用されるため、その製作誤差は厳しく管理されており、現在、その測定には、本発明の測定方法の基本となっている合焦点検出式で製品検査されている。しかしながら、従来、1点測定であったため、多点同時検査は行われておらず、本発明の多点同時変位測定方法を利用すれば多点で同時に検査が可能となる。

【0025】なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づいて種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【0026】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、以下のような効果を奏することができる。

(A) 音響光学偏向器のもつ非常に速い走査速度によって、試料の多点の相対位置や動的・静的変形が、ほぼリアルタイムで測定できる。

【0027】(B) リアルタイムで多点位置を測定し、または変形を測定するために、顕微鏡の対物レンズの代わりにマイクロレンズアレー(MLA)を用い、音響光学偏向器をスキャナーとして用いて、コリメートされたレーザービームにMLAを走査させることができる。

【図面の簡単な説明】

*

*【図1】本発明の実施例を示すマイクロレンズアレーを用いた多点同時変位測定システム構成図である。

【図2】本発明の実施例を示すマイクロレンズアレーの焦点位置を測定するためのシステムにおけるフォーカスセンサー(光検出器)の動作説明図である。

【図3】本発明の実施例を示す多点同時変位測定システムにおけるフォーカス状態を示す図である。

【図4】本発明の実施例を示すAODの制御電圧 V_1 、MLAの移動を行うPZTの制御電圧 V_2 、光検出器の出力電圧 V の関係の一例を示す図である。

【図5】本発明の実施例を示すマイクロレンズアレーを示す図である。

【図6】本発明の実施例を示す測定対象物の表面の状態(反射、乱反射)による測定結果を示す図である。

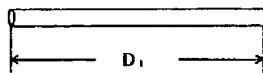
【図7】本発明の方法の再現性を示す図である。

【図8】本発明の方法による多点同時測定方法の説明図である。

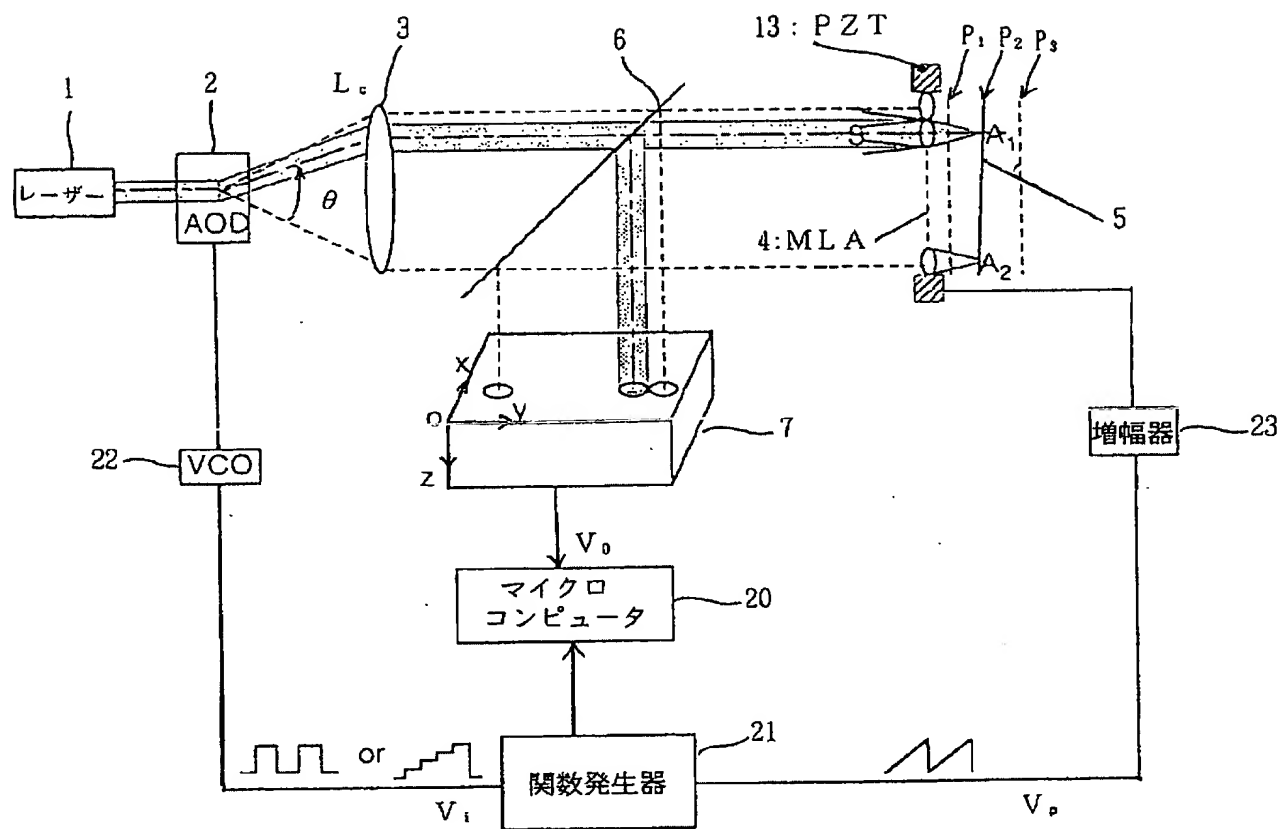
【符号の説明】

- | | |
|------------|-------------------|
| 1 | He-Neレーザー光源(25mW) |
| 2 | AOD(音響光学偏向器) |
| 3 | レンズ L_1 |
| 4 | MLA(マイクロレンズアレー) |
| 5 | 測定対象物 |
| 6 | ビームスプリッター |
| 7 | フォーカスセンサー(光検出器) |
| 8 | 鏡 |
| 9 | レンズ L_2 |
| 10 | 2分割光検出器 S_1 |
| 11 | 2分割光検出器 S_2 |
| 12 | 2分割光検出器 S_2 |
| 13, 31, 42 | PZT(圧電素子) |
| 20 | マイクロコンピュータ |
| 21 | 関数発生器 |
| 22 | VCO(電圧制御発振器) |
| 23 | 増幅器 |
| 32, 43 | ゲージブロック |
| 41 | 固定支持体 |

【図5】

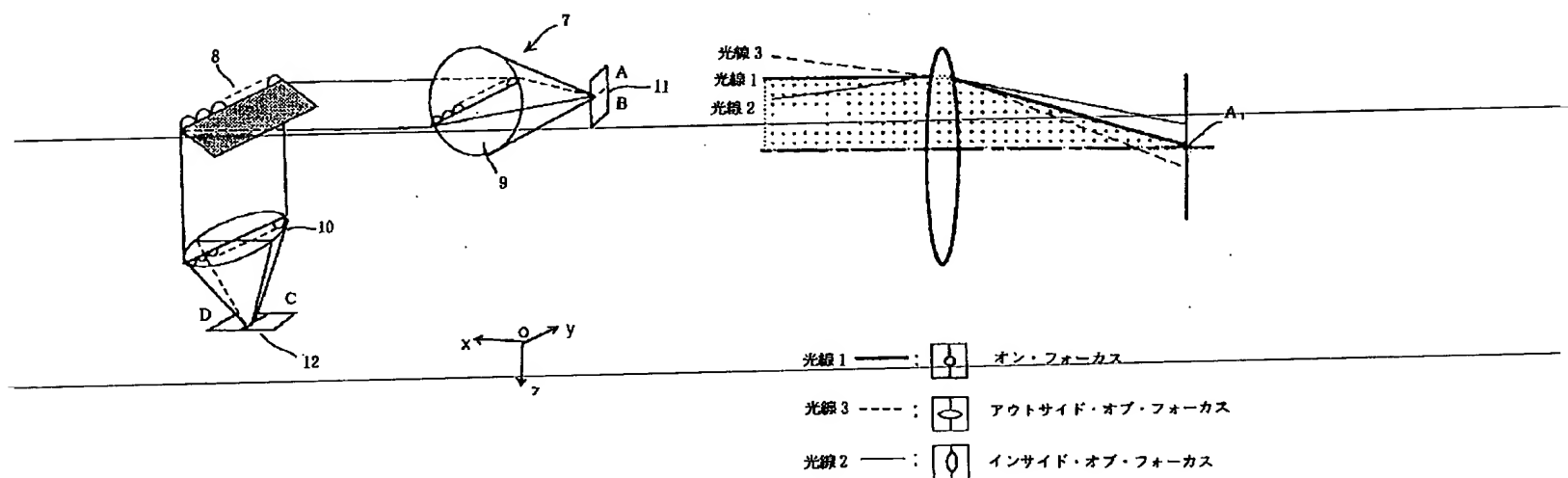


【図1】

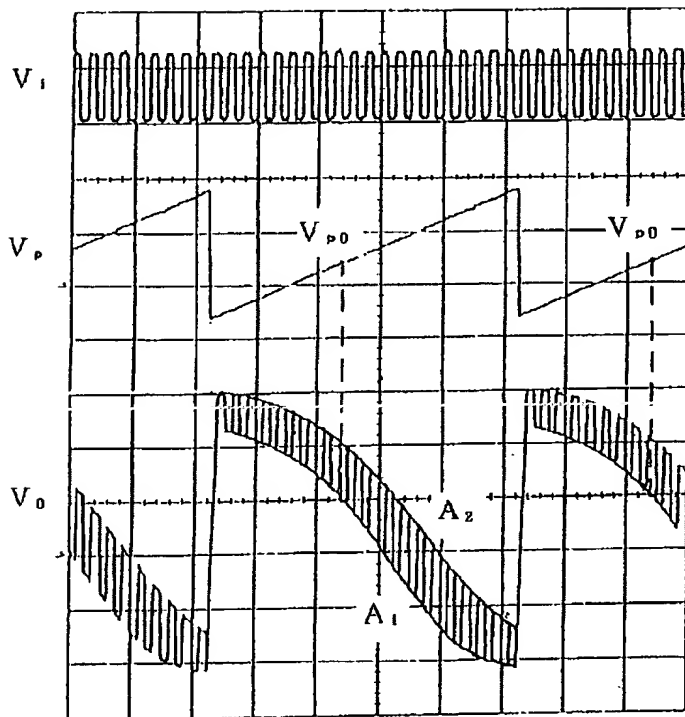


【図2】

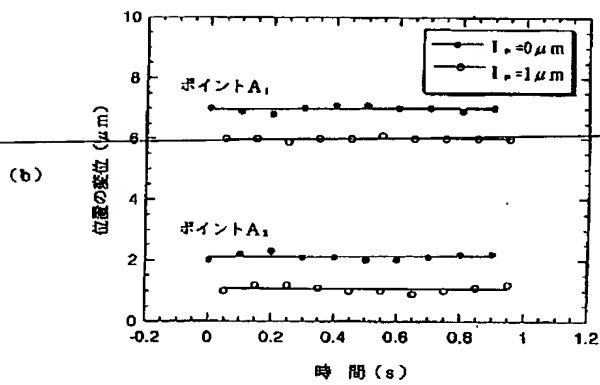
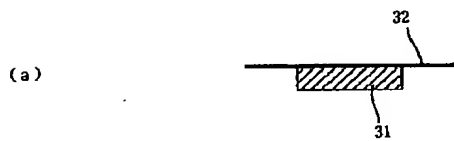
【図3】



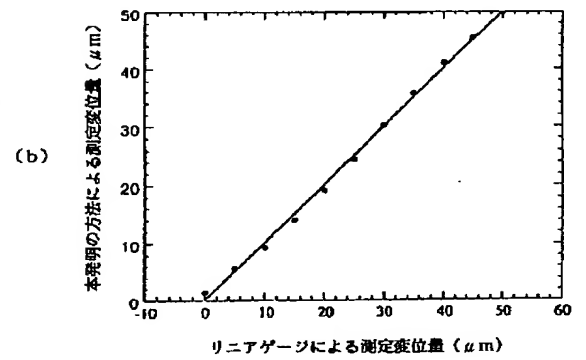
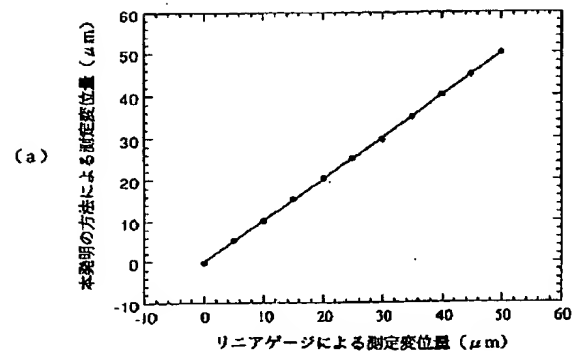
【図4】



【図7】



【図6】



【図8】

